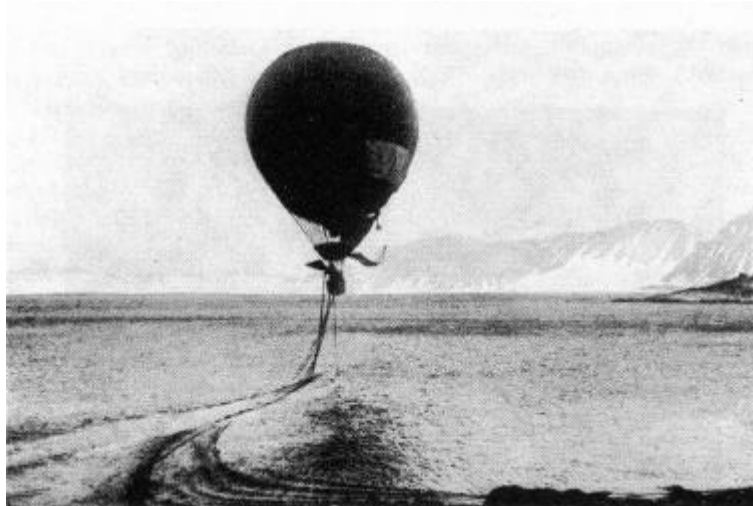


# Örnen – i vindarnas våld

Av Kenneth Nilsson



*Andrées polarexpedition startar med ballongen "Örnen" från Danskön på Spetsbergen den 1897-07-11 med S.A. Andrée, Nils Strindberg och Knut Frænkel ombord. Frånsett några korta meddelanden via brevduva och bojar erfors inget vidare från expeditionen förrän deras sista läger med de omkomna ballongfararna återfanns på Vitön 1930-08-06. I lägret återfanns dagböcker och fotografier.*

*Ballongfararna hade flugit 48 mil mot nordost på 66 timmar, tvingats landa p.g.a. nedisning och gasförlust och sedan vandrat 33 mil fågelvägen söderut över polarisen i 83 dagar innan de landsteg på Vitön 1897-10-05. Kort därpå dog de av ej verifierade orsaker.*

*Viktiga konstruktionsdetaljer på ballongen utgjorde de släplinor och det "segel" med vars hjälp Andrée ansåg att ballongen besatt en avsevärd styrbarhet relativt vinden. Släplinorna, vilka även skulle tjäna som höjdreulatorer, förlorades kort efter start.*

# Örnen – en styrbar ballong?

## Inledning

Denna artikel beskriver kortfattat Andrées polarexpedition med ballong 1897 mot nordpolen, samt analyserar i vilken grad ballongen var styrbar, vilket Andrée hävdade.

## Andréexpeditionen mot nordpolen

I Nordisk familjebok står att läsa: "*Andrée, Salomon August - ingenjör och polarforskare (1854–97), utarbetade en metod att genom släplinor och segel få en ballongs kurs att avvika från vindriktningen ...*" (denna författares understrykning).

Ur FOCUS 99 kan man om Andrée och polarexpeditionen erfar:

*"Andrée, Salomon August [-e] 1854-97, ingenjör, ballongfarare, överingenjör vid Patentverket från 1885. Andrée företog 1876 en studieresa till Amerika, där hans intresse för ballongfärder väcktes. 1893 skaffade han sig en egen ballong, Svea, med vilken han gjorde nio färder i vetenskapligt syfte, bl a 1894 från Göteborg till Gotland på fem timmar.*

*Med en ny ballong, Örnen, avsåg Andrée att nå nordpolen från Spetsbergen. Ogynnsamma vindförhållanden omöjliggjorde en start 1896. Vid uppstigningen från Danskön vid nordvästra kusten av Västspetsbergen den 11 juli året därpå tappades de nedre delarna av släplinorna. Örnen drev därefter med vinden och tvingades den 14 juli till följd av nedisning ned på isen 480 km nordöst om Danskön.*

*Efter en lång och besvärlig vandring över isen, först med Franz Josefs land som mål, senare Sjuöarna, nådde Andrée och hans båda medhjälpare, Nils Strindberg (1872-97) och Knut Frænkel (1870-97), den 5 oktober Vitön, där de slog läger. Inom kort hade dock alla dukat under. Man tror att dödsorsaken kan ha varit infektion från trikinhaltigt isbjörnskött eller koloxidförgiftning<sup>1</sup>.*

*Kvarlevorna efter Andrée och Strindberg återfanns på Vitön 1930 av en norsk fångstexpedition och fördes hem med kanonbåten Svensksund. Samma år fann en svensk expedition med fångstfartyget Isbjörn bl a kvarlevorna efter Frænkel samt dagböcker och almanackor. På grundval av dagboksanteckningar och fotografier framkallade efter 33 år utgav Svenska sällskapet för antropologi och geografi boken Med Örnen mot polen (1930). Andréemuseet i Gränna, Andrées födelsestad, förvarar Vitöfynden."*

## Örnens styrbarhet

De släplinor, som Örnen var utrustad med skulle dels tjäna som höjdreulatorer för att minska gasförlusten, dels tillsammans med "seglen", göra ballongen styrbar relativt vinden. Genom det motstånd, som orsakas av att linorna släpar på land eller i vatten saktas ballongens fart ner och en vindhastighet uppstår över ballongen. Denna vindhastighet utnyttjas i "seglen" för att ge ballongen en sidkraft och därmed en avdrift relativt vinden.

Släplinorna var en nymodighet, isynnerhet deras användning för att ge styrbarhet. Någon praktisk erfarenhet vad gäller styrbarhet fanns knappast (Andrée redovisade ett prov) och teoretiska beräkningar kunde ej göras då erforderliga aerodynamiska metoder och data saknades vid denna tid. Andrées påståenden om att ballongen var styrbar möttes också av betydande skepsis från många håll. Släplinorna förlorades strax efter start. Det har spekulerats i om detta beseglade expeditionens öde.

Nedan följer en beräkning av i vilken grad Örnen verkligen lät sig styras.

---

<sup>1</sup> På senare tid har **botulism** framstått som en sannolik dödsorsak. Se: Personne M. Andrée-expeditionens män dog troligen av botulism. Läkartidningen 2000;97:1427-32.

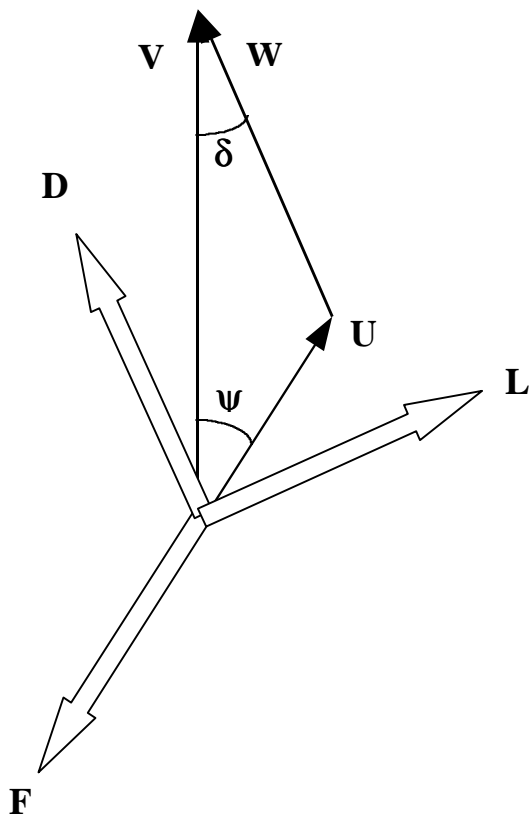
## Fysikaliska samband och beteckningar

Vindhastigheten relativt marken betecknas  $V$ . Ballongens färdhastighet betecknas  $U$  och kursavvikelsen gentemot vinden  $\psi$ . Släplinorna minskar ballongens hastighet och orsakar en relativ vindhastighet,  $W$ , över ballong och "segel". Denna vindhastighet ger upphov till ett aerodynamiskt luftmotstånd,  $D$ , samt ger "seglen" (vingen) en lyft(sid)kraft,  $L$ .  $D$  är riktad i  $W$ 's riktning och  $L$  är vinkelrät däremot. Släplinorna ger upphov till ett friktionsmotstånd,  $F$ , vars storlek beror av släplinornas massa på marken,  $m_{sl}$ , och friktionskoefficienten,  $\mu$ , mellan släpliner och mark. Kraften  $F$  är riktad motsatt färdriktningen och motverkas av komponenterna i färdriktningen av  $D$  och  $L$ . För jämvikt krävs att motståndets komponent vinkelrätt mot färdriktningen motverkas av lyftkraftens komponent vinkelrätt färdriktningen.

Dessutom krävs momentjämvikt för ballongen, ett nog så besvärligt kapitel, som man sannolikt inte hade full kontroll över. Momentjämvikt förutsätts här.

Storleken av den möjliga kursavvikelsen gentemot vinden beror av släplinornas motstånd, ballongens aerodynamiska egenskaper och vindhastigheten. Släplinornas motstånd kan variera kraftigt beroende av markbeskaffenhet och flyghöjd. Ballongens och inte minst "segelns" aerodynamiska egenskaper är inte helt lätta att uppskatta, men vissa antaganden görs i fortsättningen.

### Definitionsfigur



### Beteckningar

- U: Ballongens färdhastighet.
- V: Vindhastigheten.
- W: Relativ vindhastighet över ballongen.
- F: Släplinornas friktionsmotstånd.
- D: Ballongens luftmotstånd.
- L: Ballongsegelns lyft(sid)kraft.
- S: Ballongens referens(tvårsnitts)yta.
- $C_D$ : Luftmotståndskoefficient.
- $C_L$ : Segelns lyftkraftskoefficient.
- q: Dynamiskt tryck.
- $\delta$ : Hjälpvinkel.
- $\psi$ : Ballongens färdvinkel relativt vinden.
- $\rho$ : Luftens densitet.
- $\mu$ : Släplinornas friktionskoefficient mot marken.
- $m_{sl}$ : Släplinemassa på marken.
- g: Jordaccelerationen.

### Ekvationer

$$W^2 = U^2 + V^2 - 2 \cdot U \cdot V \cdot \cos \psi$$
$$F = D \cdot \cos(\delta + \psi) + L \cdot \sin(\delta + \psi)$$
$$D \cdot \sin(\delta + \psi) = L \cdot \cos(\delta + \psi)$$
$$\frac{\sin \psi}{W} = \frac{\sin \delta}{U}$$
$$F = m \cdot m_{sl} \cdot g$$
$$D = C_D \cdot q \cdot S$$
$$L = C_L \cdot q \cdot S$$
$$q = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot W^2$$

## Data för Örnen<sup>2</sup>

Fylldes med vätgas, volym 4800 m<sup>3</sup>, vilket motsvarar en ballongvikt på ca 5700 kg. Diameter ca 21 m, vilket ger en tvärsnittsytta på ca 350 m<sup>2</sup> (som här användes som referensytta). De tre släplinornas totala vikt anges till 850 kg, varav 315 kg vilar på marken vid normal marschhöjd 150 m. Den totala segelytan anges till 76 m<sup>2</sup>. Ritning och beskrivning finns på sidan 5.

## Antaganden

Vid 5 m/s relativ vindhastighet är Reynolds tal ca  $7 \cdot 10^6$  baserat på ballongens diameter. Enligt McCormic<sup>3</sup> är motståndskoefficienten,  $C_D$ , då ca 0.15. Med hänsyn till ballongens råa yta och med tillägg för gondol mm kan man antaga  $C_D=0.2$ . Lyftkraftskoefficienten är svårare att uppskatta. "Seglens" (vingens) placering i underkant av ballongen och nära gondolen samt det faktum att sidoförhållandet är lågt gör att man kan antaga att  $C_L$  baserat på segelytan kan vara av storleken 0.3. Refererat till referensytan blir då  $C_L=76/350 \cdot 0.3=0.065$ , säg  $C_L=0.07$ .

Släplinornas friktionskoefficient,  $\mu$ , mot is kan vara  $<0.1$ . Maximalt värde torde ligga på ca 0.5 vid färd över jord eller sand.

## Resultat och diskussion

Med hjälp av Örnens nominella data och de antaganden som gjorts, har färdhastighet och färdvinkel relativt vinden beräknats<sup>4</sup> för ett antal vindhastigheter och friktionskoefficienter. Resultatet framgår av diagram på sidan 4.

Den maximala kursavvikelsen för stillastående ballong är ca 19°. För vindhastigheten 10 m/s är avvikelsen vid isförhållanden av storleken 5°, för att stiga till ca 12° vid mycket hög friktion. I det senare fallet har färdhastigheten minskat till ca 4 m/s. Styrbarheten köps således till priset av avsevärt nedsatt färdhastighet.

Andrée sade sig med ballongen "Svea" ha uppnått en avdrift på 27° i genomsnitt<sup>5</sup> "med en segelarea på 1/8 av storcirkelytan mot ca 1/4 för "Örnen"<sup>2</sup>. Denna uppgift verkar föga trovärdig i ljuset av ovanstående beräkningar.

Den styrbara ballong, som Andrée-expeditionen (möjligen) trodde sig ha, visar sig vara inte stort mera än en from förhoppning, speciellt vid färd över is. Härtill kommer kompromissen med nedsatt färdhastighet. Med den tidens aeronautiska kunnande kunde inte meningsfulla teoretiska beräkningar göras och dessvärre tycks även de praktiska experimenten vara fåtaliga och resultatolkningen präglas av optimism – ett inte helt okänt fenomen även i våra dagar.

Förlusten av släplinorna innebar minskade möjligheter till höjdregering och bidrog därmed till den betydande gasförlust som ballongen drabbades av. Avgörande i detta sammanhang var dock fukt- och ispåslag, som tyngde ballongen och framtvingade kastandet av mycket barlast. Förlusten av styrbarhet var knappast betydelsefull. Dels var styrbarheten minimal även under de bästa förhållanden, dels skulle den ha köpts till priset av fartförlust och slutligen visste ballongfararna ofta inte sitt läge pga dimma eller mörker och visste följaktligen inte heller vartåt de skulle styra.

<sup>2</sup> Ref. "Med Örnen mot polen", NILÖE 1978.

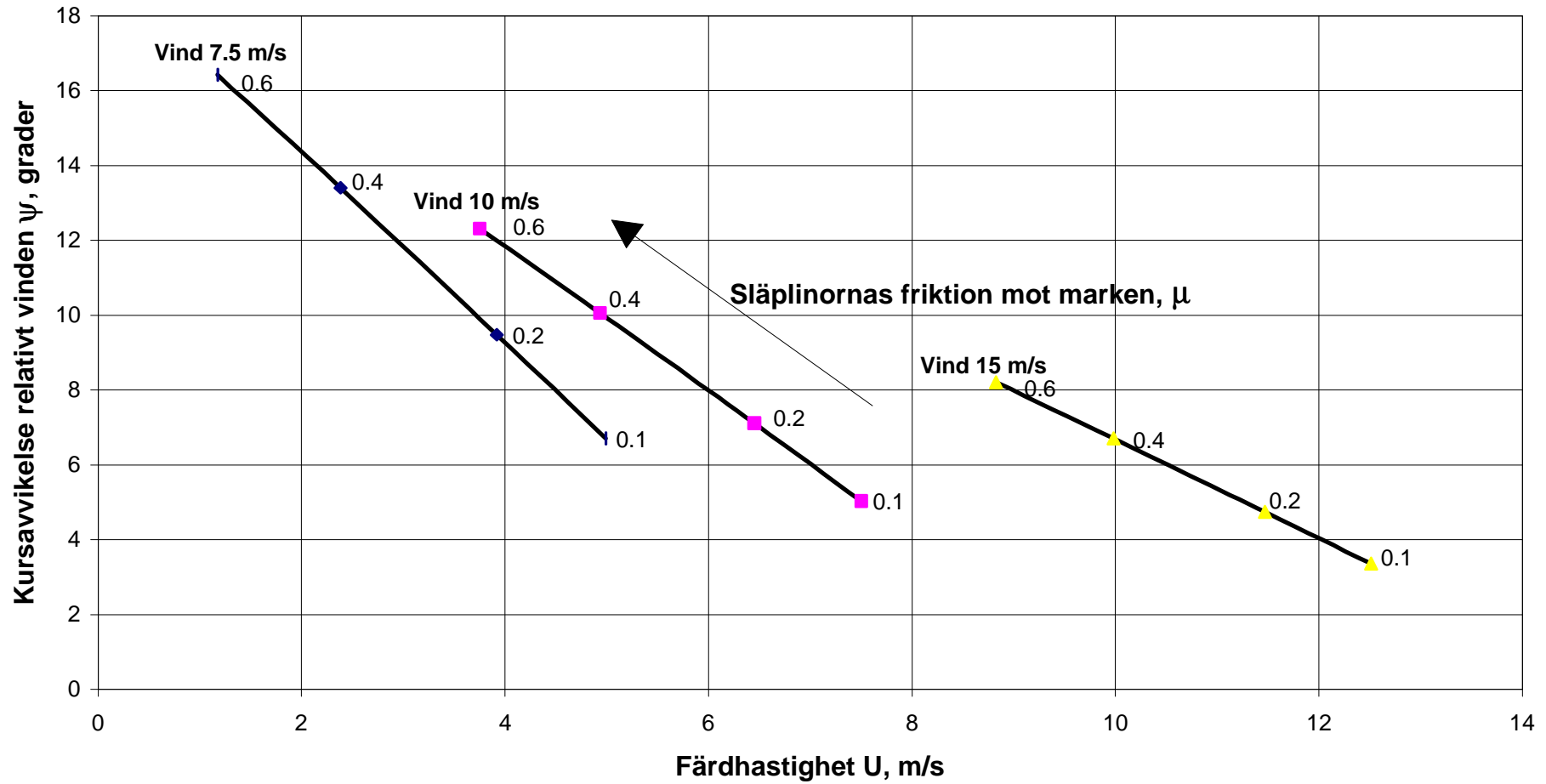
<sup>3</sup> Barnes W. McCormick "Aerodynamics Aeronautics and Flight Mechanics", Second Edition 1995.

<sup>4</sup> Med hjälp av datorprogrammet MathCad 5.0

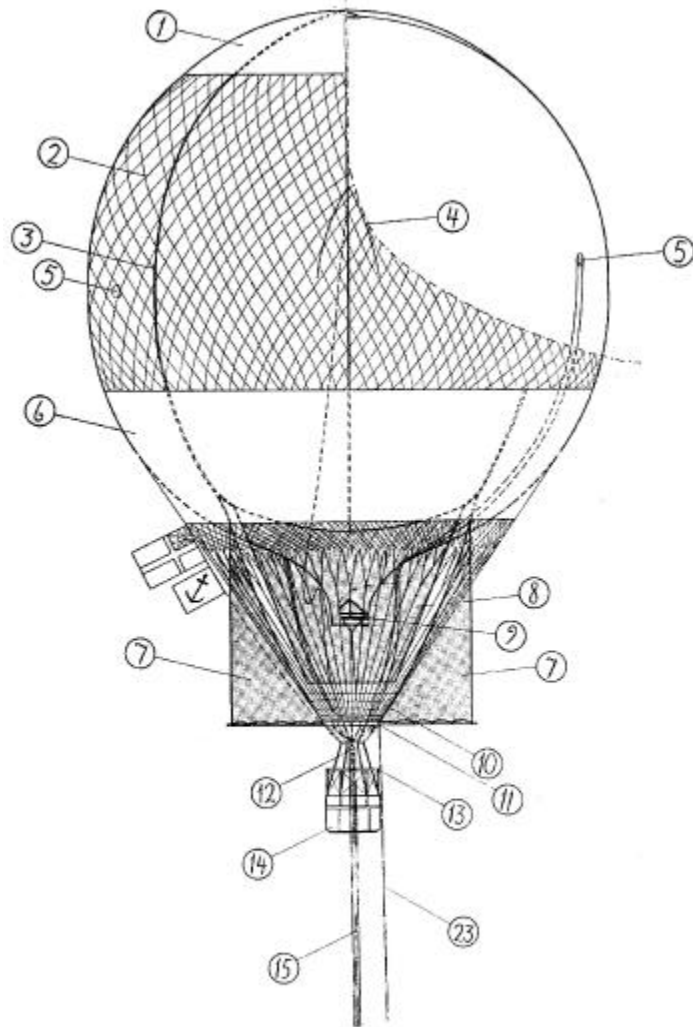
<sup>5</sup> Gösta H. Liljequist "High Latitudes", 1993.

# Örnen - kursavvikelse med släplinor

$S=350 \text{ m}^2$ ;  $S_{\text{segel}}=76 \text{ m}^2$ ;  $C_D=0.2$   $C_{L_{\text{segel}}}=0.3 \Rightarrow C_L=0.07$ ;  $m\text{-släplinor}=315 \text{ kg}$

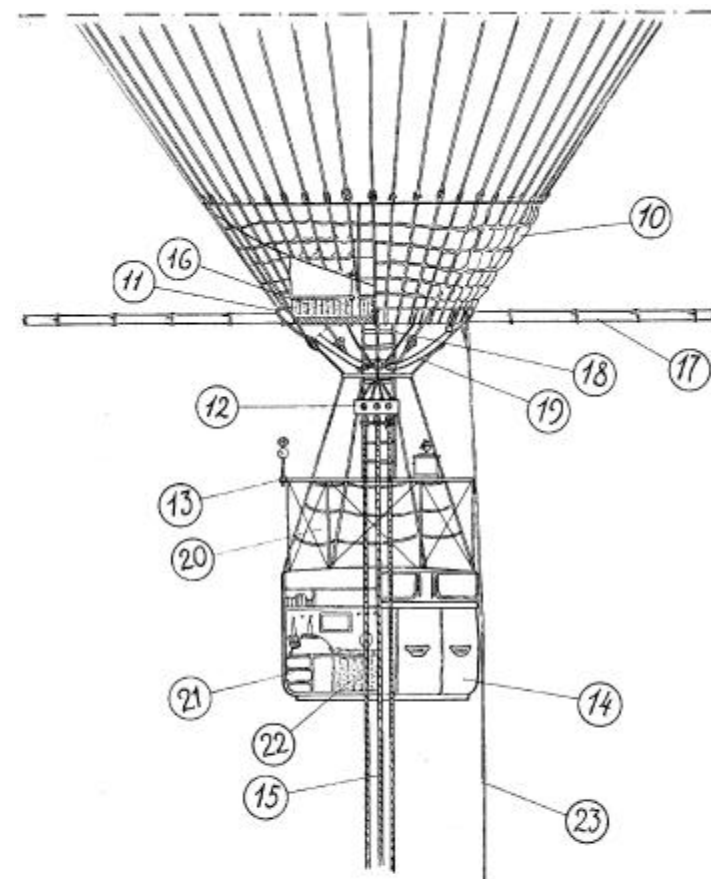


## Polarballongen "Örnen" med S.A. Andrée, Nils Strindberg och Knut Fränkel år 1897



Andrés polarballong.

Sammanställd på grundval av Andrés teckningar och beskrivningar. I detaljritningen av gondolen är vänstra delen sedd i genomskärning



- |                            |   |   |
|----------------------------|---|---|
| 1. Kalott                  | 11. Bärring                             | 18. Repstege mellan gondoltak och bärring |
| 2. Nät                     | 12. Släplinornas anbringningsmekanism   | 19. Talja för släplinornas manövrering    |
| 3. Bärlina för segel       | 13. Instrumentringen                    | 20. "Stubben"                             |
| 4. Spränginrättning        | 14. Gondolen                            | 21. Packkorg i gondolen                   |
| 5. Manöverventiler         | 15. Släplinor                           | 22. Brits i gondolen                      |
| 6. "Maggördel"             | 16. Packkorg i bärringen                | 23. Ballastlina                           |
| 7. Sidosegel               | 17. Bambustång för sidoseglens fästande |   |
| 8. Mittsegel               |   |   |
| 9. Bottenventil            |   |   |
| 10. Packfickor i bärringen |   |   |